

Postoperative Prophylaxe von Thrombose und Lungenembolie

von
Peter Lex
aus
Fürth

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann)

Postoperative Prophylaxe von Thrombose und Lungenembolie

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der Hohen Medizinischen Fakultät

der Friedrich-Alexander-Universität

Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Peter Lex

aus

Fürth

Gedruckt mit der Erlaubnis der Medizinischen
Fakultät der Universität Erlangen



Dekan:

Professor Dr. L. Demling

Referent:

Priv. Doz. Dr. E. Mühe

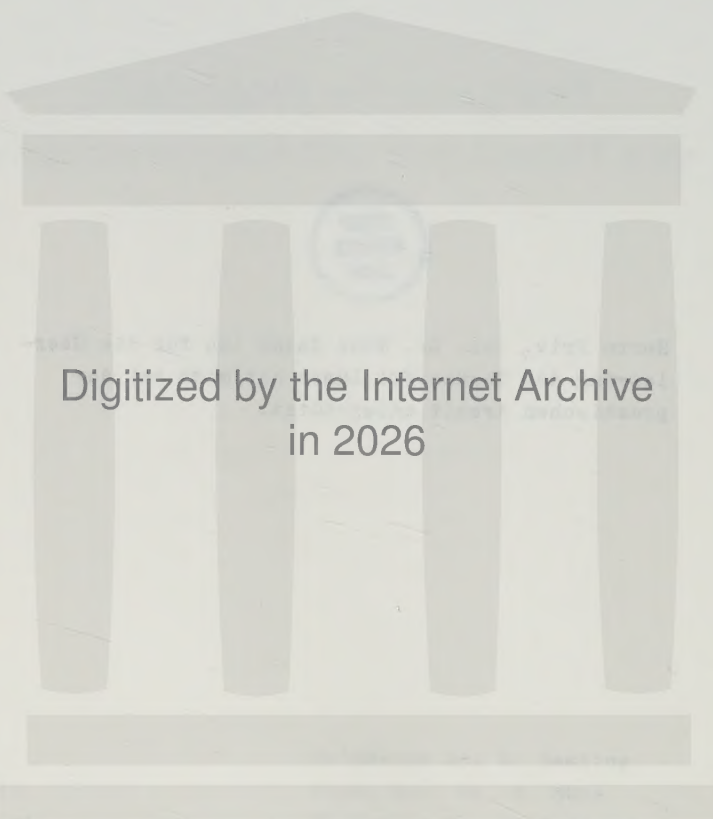
Koreferent:

Professor Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung:

17. 9. 1973

Herrn Priv. Doz. Dr. Mühe danke ich für die Über-
lassung des Themas. Frl Lampe hat mich bei der
praktischen Arbeit unterstützt.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548408_0051

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit
gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1
II. Eigene Untersuchungen	3
III. Ergebnisse	9
IV. Diskussion	37
V. Zusammenfassung	43
VI. Literatur	45

I. Einleitung:

Zu den häufigsten nach Operationen auftretenden Komplikationen zählt die Lungenembolie, welche zu 90% aus Thrombosen der unteren Extremitäten und der Beckenvenen entsteht.

Die Verhütung von postoperativen Thrombosen, insbesondere die Prophylaxe gegen die venöse Stase, ist, mit dem geringsten Risiko verbunden, durch Krankengymnastik möglich. Die Wirkung der einzelnen krankengymnastischen Maßnahmen, wie das Wickeln der Beine mit elastischen Binden, das Massieren der Waden- und Oberschenkelmuskulatur, Bewegungsübungen mit frühzeitigem Aufstehen nach der Operation, Atemübungen, Wassergüsse und Wassermassagen, Bettfahrradfahren beruht auf Erfahrungen, für die es bisher keine verlässigen Meßunterlagen gibt.

Aus diesem Grund haben wir an 40 Patienten untersucht, wie sich die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes in Bein- und Beckenvenen beim Treten eines am Bett befestigten Pedalfahrrads verhält.

Bei diesen Übungen sollte sich insbesondere zeigen:

1. Wie groß ist die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes in Ruhe im Liegen?
2. Ist die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes abhängig
 - a) von der Geschwindigkeit, mit der die Pedale getreten werden oder
 - b) von dem Widerstand mit dem sie getreten werden?
3. Wie wirkt sich der durch Belastung erhöhte Blutdruck auf die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes aus?

II. Eigene Untersuchungen

1. Methode:

Die Messungen erfolgten mit einem Nucleopan 2- Kanalschreiber der Firma Siemens.

Die Rückstromgeschwindigkeit der Patienten wurde mit 2 Detektoren gemessen, von welchen einer senkrecht auf die Vena femoralis in der Leistenbeuge und der zweite auf die Vena cava inferior in der Mitte zwischen Nabel und Processus xiphöideus gerichtet war. Der Durchmesser der Kollimatoren betrug 13,5cm. Als Isotop wurde $^{133}\text{Xenon}$ benutzt, welches, als ein in NaCl gelöstes Gas, den im Bett liegenden Patienten injiziert, von ihm sehr rasch wieder ausgeatmet wird.

Es wurden jedem einzelnen bis zu 350 μCi in die Fußbrückenvene gespritzt.

Da mehrere Injektionen während des anschließenden Pedaltretens notwendig waren, wurden Säuglings-Perfusionssysteme verwandt.

Auf dem Papierschreiber des Nucleopan 2K wurde die Zeit und der Weg gemessen, welche das $^{133}\text{Xenon}$ vom Einspritzen in die Fußvene bis zu den Detektoren auf der Vena femoralis und der Vena cava inferior benötigte. Die Ankunft des Isotops am jeweiligen Messkopf zeigte sich durch Anschlag des Schreibers auf dem Papier, das mit einer Geschwindigkeit von ca. 0,27 cm/sec (1cm = 3,75 cm) fortbewegt wurde.

2. Patientengut:

Die Untersuchungen wurden praeoperativ an 40 Patienten beiderlei Geschlechts aus der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen durchgeführt.

Zehn Patienten im Alter von 17 - 60 Jahren wurden mit $^{133}\text{Xenon}$, im ruhigen Liegen, also ohne körperliche Betätigung, untersucht, um zu klären, welchen physiologischen Schwankungen die venöse Rückstromgeschwindigkeit unterliegt. Fünfzehn Patienten im Alter von 24 - 72 Jahren wurden daraufhin untersucht, welche Wirkung Pedaltreten gegen möglichst geringen Widerstand auf die Rückstromgeschwindigkeit des venösen Blutes hat.

Davon waren vier Patienten Frauen im Alter von 24 - 64 Jahren und elf Männer im Alter von 27 - 72 Jahren.

Dieselben fünfzehn Patienten traten die Pedale gegen sehr hohen Widerstand. Dies wurde erreicht, indem das Treten der Pedale durch eine Bremschraube erschwert wurde.

Weitere fünfzehn Patienten im Alter von 20 - 68 Jahren traten die Pedale bis zur Erhöhung des systolischen Blutdruckes um 30 mm Hg.

Davon waren 2 Frauen im Alter von 27 und 35 Jahren, und dreizehn Männer im Alter von 20 - 68 Jahren.

(Siehe Tab.1 Seite 5 - 8)

TABELLE Nr. 1

Lfd. Nr.	Arch. Nr.	Name	Geschl.	Größe (cm)	Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	Diagnose	Variz.	Abst. Einst. Stelle	Abst. Leiste V. Cava	RR mm Hg
									(cm)		
1	128190	Schleicher	w.	163	24	56	Struma	-	86	25	140/90
2	135004	Hertlein	w.	165	31	110	Adipositas	++	80	28	130/80
3	100417	Zaruba	m.	172	27	68	Anal-fist. rez.	-	80	15	120/80
4	133757	Kach	m.	170	36	78,5	Cholelithiasis	-	93	24	140/80
5	133464	Löbel	m.	172	40	58	Cardiasten.	-	76	27	130/80
6	133771	Donath	m.	180	72	84	Ulcus Ventr.	+	85	32	170/90
7	135071	Michlbauer	m.	176	67	80	Verd. auf Oesoph. Ca entkräft.	+	82	24	150/110
8	131408	Engel	m.	170	62	80	Hämorrhoid.	-	86	23	130/80
9	87666	Rauh	w.	158	64	90	Hernia ing.	++	78	23	150/100
10	7200	Müller	m.	173	60	84,5	Rectum-Ca.	-	75	28	160/100
11	135178	Liebel	m.	159	35	63,5	Pan-kreatitis	-	72	27	130/90
12	135605	Besslein	m.	172	46	62	Anast. Ulcus ventr.	-	78	22	110/80

TABELLE Nr. 1

Lfd. Nr.	Arch. Nr.	Name	Ge- schl.	Grö- ße (cm)	Al- ter (Jah- re)	Ge- wicht (kg)	Dia- gnose	Va- riz.	Abst. Einst. Stelle (cm)	Abst. Leiste V. Cava (cm)	RR mm Hg
13	131079	Sen- ger	m.	182	32	103	Quet- schung linke Hand	-	85	31	160/100
14	135396	Knauer	m.	172	24	67,5	Daum.- verl. re.	-	76	24	160/100
15	135562	Patzig	w.	158	45	60,5	Sigma polyp	+	74	24	140/80
16	117326	Wen- ger	m.	183	20	71	Anal- fist.	-	95	23	140/80
17	129563	Schnel- linger	m.	203	22	73	Zust. nach Trich- terbr.	-	95	24	120/90
18	135569	Hahn	w.	172	35	58	Recto- vaginal fistel	+	80	23	130/80
19	135182	Neu- pert	m.	179	29	83	Struma nodosa	-	91	16	130/80
20	131157	Blü- chel	m.	173	52	80		-	90	25	170/90
21	132852	Kempf	m.	183	69	92,5	Rectum Ca.	+	98	19	140/ 90
22	42277	Traut- ner	m.	179	30	78	Hiatus hernie	-	84	23	140/80
23	134769	Meier	w.	170	27	95	Anal- fistel	+	86	20	120/90
24	135171	Sonn- leit- ner	m.	168	67	54,5	Ulcus ventr.	-	78	27	130/80
25	134888	Suess	m.	165	24	60	Hernia ing.	-	72	24	130/80

TABELLE Nr. 1

Lfd. Nr.	Arch. Nr.	Name	Ge- schl.	Grö- ße (cm)	Al- ter (Jah- re)	Ge- wicht (kg)	Dia- gnose	Va- riz.	Abst. Einst. Stelle (cm)	Abst. Leiste V. Cava -Leist.(cm)	RR mm Hg
26	135125	Klett	m.	166	31	63	Pankre- as cyst	-	72	23	140/80
27	24716	Regen- fuss	m.	193	30	102	Anal- fistel	-	99	26	150/100
28	132358	Brück- ner	m.	175	35	90	Analf.	-	83	22	140/110
29	135555	Kochen- dörfer	m.	170	37	81	Rectum Ca.	-	73	25	160/100
30	157135	Deo- bald	m.	173	48	63	Ulcus ventr.	-	80	25	120/80
31	136408	Meyer	m.	179	50	96,5	Thorax Lipoz. Liposar- kom Lipom- se Gesäß	-	87	23	140/100
32	96462	Bau- mann	m.	170	17	65,5	Gynä- komast. bdseit.	-	80	23	120/80
33	36365	Sip- pel	m.	174	35	64,5		-	92	23	150/100
34	137837	Hetz	m.	186	26	71	Trich- terbr.	-	94	21	120/80
35	138460	Gram- bih- ler	m.	174	60	73,5	Choleli thiasis	+	80	25	110/70
36	96764	Schön	m.	180	42	55,5	Hiatus hernie	-	87	27	110/80
37	137966	Deller- mann	m.	171	38	83	Hernia ing.	-	80	29	140/80
38	52700	Hell- poldt	m.	169	49	73	Chole- cystek- tomie	-	80	25	130/100
39	140256	Nothe	w.	158	31	52	A.V. Aneurys.	-	80	25	120/80

TABELLE Nr. 1

Lfd. Nr.	Arch. Nr.	Name	Ge-schl.	Grö-ße (cm)	Al-ter (Jahre)	Ge-wicht (kg)	Dia-gnose	Va-riz.	Abst. Einst. Stelle (cm)	Abst. leiste V.Cava Hg (cm)	RR mm
40	146642	Freiberger	m.	176	54	80	Rektum Ca.	-	87	22	130/80
41	135881	Dinkel	m.	183	22	87	Zwerchfell hernie	-	83	27	120/80
42	145688	Jesenik	m.	181	28	83	Fibr. Pleurakappe	-	84	21	120/80
43	146728	Ascherl	m.	172	43	77	Cholelithiasis Pankreatitis	-	94	20	130/90
44	147309	Christl	m.	164	48	61	Zentral Bronchial Ca	-	80	15	120/80

TABELLE 1:

Bei den Patienten 1-15 haben wir untersucht: Welchen Einfluß hat Bettradfahren auf die Geschwindigkeit des venösen Blutrückstroms, und hat es zusätzlich einen Einfluß, ob der Patient dabei gegen einen hohen Widerstand Fahren muß oder nicht.

Bei den Patienten 16-29, 4 haben wir untersucht, inwieweit eine Erhöhung des syst. Blutdruckes um 30 mm Hg einen Einfluß auf die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes ausübt.

Bei den Patienten 30 - 39 wurden Ruhewertskontrollen vorgenommen. Die Patienten 10, 11, 22, 24, 25, 36, 40, 41, 42, 43, 44 wurden mit 125 Jod beladenem Fibrinogen auf Thromben untersucht. Dabei hatten die Patienten 10, 11, 25, 36, 40, 44 kurze Ruhewerte (bis 18 sec), die Patienten 22, 24, 41, 42, 43 lange Ruhewerte (über 30 sec).

III. Ergebnisse

1. Ruhewertkontrollen:

Bei zehn Patienten (Tab.2) wurde untersucht in welcher Breite die Ruhewerte bei jedem einzelnen schwanken.

Sechs Injektionen mit $^{133}\text{Xenon}$ wurden im Abstand von je fünfzehn Minuten verabreicht, und zwischen jeder Injektion NaCl nachgespritzt, bis der Schreiber des Nucleopans zu seiner Ausgangslage auf dem Papierstreifen zurückgekehrt war.

Die Ruhewerte unterscheiden sich bei den untersuchten Patienten, innerhalb der sechs Messungen, die über $1\frac{1}{4}$ Std. vorgenommen wurden, zum Teil sehr stark. Die Normbreite der Meßwerte läßt sich über den Mittelwert berechnen, nach der Formel:

$$\sigma = \pm \frac{S \ (x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Für die Meßwerte, die über der Strecke Einstichstelle - Leiste gemessen werden, errechneten wir einen Mittelwert von 5,37 cm/sec . Wie aus der Tabelle 2 zu ersehen ist, hatten wir pro Patient sechs Messungen vorgenommen.

$$\sigma = \pm \frac{1,663}{5} = \pm 0,33 = \pm 0,57 \ (\text{cm/sec})$$

Für die Normbreite innerhalb derer sich die Meßwerte vom Mittelwert unterscheiden, errechneten wir

$$2 \sigma = \pm 21,2 \% .$$

Auch die Meßwerte, die wir über der Strecke Einstichstelle - Vena cava gemessen hatten, zeigen in etwa dieselbe Streubreite

$$\sigma = \pm \frac{1,97}{5} = \pm 0,39 = 0,62 \text{ (cm/sec)} .$$

In diesem Fall betrug die Normbreite $2 \sigma = \pm 23,8\%$.
Bei dieser Rechnung ist noch zu bemerken, daß sich jeder Patient durch Blutdruck, Gewicht, Konstitution, Alter usw. von den anderen unterscheidet.

(Siehe Tabelle 2 , Seite 11 und 12)

TABELLE Nr. 2

Lfd. Nr. d. Pat.		M e s s u n g n a c h											
		0 Min.		15 Min.		30 Min.		45 Min.		60 Min.		75 Min.	
		E	L	E	C	E	L	E	C	E	L	E	C
31	WEG (cm)	87	110	87	110	87	110	87	100	87	110	87	110
	ZEIT (sec)	23,62	54	23,2	48	21,7	25,1	20,6	43,1	24	41,2	26	33
	GESCH (cm/ sec)	3,71	2,04	3,78	2,29	4,0	4,38	4,22	2,55	3,62	2,67	3,35	3,33
30	WEG (cm)	80	105	80	105	80	105	80	105	80	105	80	105
	ZEIT (sec)	23,2	33,7	32,2	43,1	33,3	38,2	43,5	49,5	29,2	36,7	29,2	37,8
	GESCH (cm/ sec)	3,44	3,02	2,48	2,43	2,4	2,74	1,83	2,12	2,74	2,86	2,74	2,77
32	WEG (cm)	80	103	80	103	80	103	80	103	80	103	80	103
	ZEIT (sec)	21,3	30,3	21	24,3	15,3	20,2	13,8	19,1	14,6	19,8	16,1	24
	GESCH (cm/ sec)	3,76	3,40	3,8	4,24	5,23	5,1	5,87	5,38	5,47	5,20	4,96	4,28
33	WEG (cm)	92	115	92	115	92	115	92	115	92	115	92	115
	ZEIT (sec)	11,6	12,7	10,8	12,3	16,8	18	29,6	33	19,1	23,6	21,3	22,8
	GESCH (cm/ sec)	7,93	9,05	8,61	9,34	5,47	6,38	3,10	3,48	4,81	4,87	4,32	5,04
34	WEG (cm)	94	115	94	115	94	115	94	115	94	115	94	115
	ZEIT (sec)	8,2	10,8	16,1	20,2	14,2	16,1	10,8	13,5	10,1	12,0	12	13,8
	GESCH (cm/ sec)	11,4	10,64	5,83	5,69	6,47	7,14	8,70	8,51	9,30	9,51	7,83	8,33
35	WEG (cm)	80	105	80	105	80	105	80	105	80	105	80	105
	ZEIT (sec)	59,2	88,8	64,8	87,3	66,3	94,5	66,3	89,2	68,6	76,1	46,8	64,8
	GESCH (cm/ sec)	1,35	1,15	1,24	1,20	1,20	1,11	1,2	1,77	1,16	1,37	1,7	1,62
36	WEG (cm)	87	114	87	114	87	114	87	114	87	114	87	114
	ZEIT (sec)	17,2	29,2	8,2	16,8	1,31	20,2	10,8	21,3	16,5	24,7	12,3	25,1
	GESCH (cm/ sec)	5,05	3,90	10,6	6,78	6,64	5,64	8,05	5,35	5,09	4,61	7,07	4,54

TABELLE Nr. 2

Lfd. Nr. d. Pat.		M e s s u n g n a c h											
		0 Min.		15 Min.		30 Min.		45 Min.		60 Min.		75 Min.	
		E	L	E	C	E	L	E	C	E	L	E	C
37	WEG (cm)	80	109	80	109	80	109	80	109	80	109	80	109
	ZEIT (sec)	15,7	22,1	16,8	23,2	18,7	23,2	13,8	20,6	17,2	18,7	16,1	18
	GESCH (cm/ sec)	5,09	4,83	4,76	4,47	4,27	4,74	5,79	5,28	4,65	5,72	4,96	6,06
38	WEG (cm)	80	103	80	103	80	103	80	103	80	103	80	103
	ZEIT (sec)	7,8	10,8	12	15	15,3	18,7	10,8	19,8	9,7	11	6	8,2
	GESCH (cm/ sec)	10,2	9,53	6,66	6,86	5,22	5,5	7,4	5,2	8,24	9,36	13,3	12,5
39	WEG (cm)	80	105	80	105	80	105	80	105	80	105	80	105
	ZEIT (sec)	10,1	12	10,5	12,7	9,3	18	12,3	15,7	10,1	13,5	11,9	16,8
	GESCH (cm/ sec)	7,92	8,75	7,61	8,26	8,6	5,84	7,31	6,68	7,92	7,76	6,72	6,25

TABELLE 2: Bei den Patienten mit Nr. 30-39 wurden Ruhewert-Kontrollmessungen durchgeführt.

2. Einfluß des Pedaltretens auf die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes:

Welchen Einfluß hat Pedaltreten auf die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes und hat es zusätzlich eine Bedeutung, ob der Patient dabei gegen hohen Widerstand treten muß? (Tab.3) Die Patienten wurden gebeten, nachdem ein Ruhewert gemessen worden war, das am unteren Bett-rahmen befestigte Pedalfahrrad sechs Minuten mit einer möglichst schnellen und konstanten Geschwindigkeit, bei möglichst geringem Widerstand, zu treten. Während dieser Betätigung wurden ohne Unterbrechung im Abstand von 2,4 und 6 Min. Messungen vorgenommen. Anschließend lagen die Patienten 10 Min. erneut in Ruhe auf dem Bett. Auch in dieser Zeitspanne wurde die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes nach 5 und 10 Min. gemessen. Unmittelbar auf die letzte Ruhemessung folgend, traten die gleichen Patienten weitere 6 Minuten die Pedale gegen möglichst hohen Widerstand. Dieser konnte am Gerät mittels einer Bremsschraube eingestellt werden. Die Patienten bewegten die Pedale ohne Unterbrechung während der 2, 4 und 6 Minuten-Messungen in einem konstanten Tempo. Anschließend folgten zwei Ruhemessungen nach 5 und 10 Minuten.

(Siehe Tab.3, Seite 15 - 19)

(Siehe Abb. 1 und 2 , Seite 14)



Abb. 1: Messung der venösen Rückstromgeschwindigkeit beim Pedaltreten.

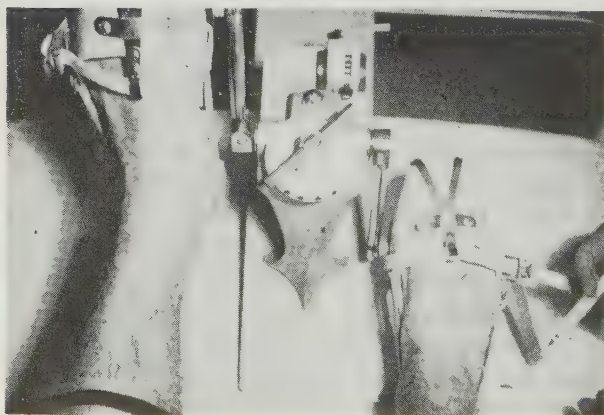


Abb. 2: Pedalfahrrad mit Widerstandsregler und Umdrehungszähler.

Tabelle Nr. 3

Lfd. Nr. d. Pat.		Treten gegen geringen Widerstand							Treten gegen hohen Widerstand						
		M E S S U N G N A C H							M E S S U N G N A C H						
		Ruhe	2 Min	4 Min	6 Min	nach Ruhe		2 Min	4 Min	6 Min	nach Ruhe				
						5 Min	10 M					5 Min	10 M		
4	WEG (cm)	93	93	93	93	93	93		93	93	93	93	93		
E L	ZEIT (sec)	20,62	12,37	13,12	8,62	25,87	28,12		11,25	9,37	8,62	15	18,75		
	GESCHW (cm/ sec)	4,51	7,51	7,08	10,78	3,59	3,3		8,26	9,92	10,78	6,2	4,96		
E C	WEG (cm)	117	117	117	117	117	117		117	117	117	117	117		
	ZEIT (sec)	26,62	17,25	16,5	10,87	30	36		13,12	12,37	10,5	19,12	25,12		
	GESCHW (cm/ sec)	4,39	6,78	7,09	10,76	3,9	3,25		8,91	9,45	11,14	6,11	4,65		
5	WEG (cm)	76	76	76	76	76	76		76	76	76	76	76		
E L	ZEIT (sec)	33,93	4,12	3,37	3,37	30	30		12,37	19,12	16,5	37,12	37,12		
	GESCHW (cm/ sec)	2,23	18,44	22,55	22,55	2,53	2,53		6,14	3,97	4,6	2,04	2,04		
E C	WEG (cm)	103	103	103	103	103	103		103	103	103	103	103		
	ZEIT (sec)	47,62	6	4,12	4,12	4,5	55,62		13,87	25,12	19,12	53,25	46,87		
	GESCHW (cm/ sec)	2,16	17,16	25	25	2,28	2,07		7,42	4,1	5,32	1,93	2,19		
6	WEG (cm)	85	85	85	85	85	85		85	85	85	85	85		
E L	ZEIT (sec)	56,25	12,37	12	8,62	31,87	28,5		9	10,87	8,62	28,5	23,62		
	GESCHW (cm/ sec)	1,51	6,87	7,08	9,65	2,66	2,98		9,44	7,81	9,65	2,98	3,59		
E C	WEG (cm)	117	117	117	117	117	117		117	117	117	117	117		
	ZEIT (sec)	99,37	25,5	16,87	13,31	73,12	40,12		15	15	14,62	45	36,37		
	GESCHW (cm/ sec)	1,17	4,58	6,86	8,78	1,6	2,91		7,8	7,8	8	2,6	3,21		

TABELLE Nr. 3

Lfd. Nr. d. Pat.		Treten gegen geringen Widerstand						Treten gegen hohen Widerstand					
		M E S S U N G N A C H						M E S S U N G N A C H					
		Ruhe 2 Min 4 Min 6 Min nach Ruhe						2 Min 4 Min 6 Min nach Ruhe					
		5 Min 10 M						5 Min 10 M					
13	WEG (cm)	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
	ZEIT												
	EL (sec)	33,75	4,5	4,87	5,25	21,37	23,25	5,62	10,5	5,25	22,5	19,5	
	GESCHW (cm/ sec)	2,51	1,88	17,4	16,2	3,97	3,65	15,12	8,09	16,2	3,77	4,35	
	WEG (cm)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	
	ZEIT												
	EC (sec)	47,25	6,75	6,37	6,37	26,25	34,12	9	11,62	7,12	29,25	25,5	
	GESCHW (cm/ sec)	2,45	17,18	18,21	18,21	4,42	3,39	12,88	9,98	16,29	3,96	4,54	
	WEG (cm)	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	
	ZEIT												
14	EL (sec)	22,5	10,87	8,25	7,5	9,93	14,25	9,37	9,37	9,37	9,37	11,25	
	GESCHW (cm/ sec)	3,37	6,99	9,21	10,13	7,65	5,33	8,11	8,11	8,11	8,11	6,75	
	WEG (cm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	ZEIT												
	EC (sec)	28,12	13,12	10,87	9	13,68	27,37	10,87	10,5	10,12	16,12	18,27	
	GESCHW (cm/ sec)	3,91	7,62	9,19	11,11	7,3	3,65	9,19	9,52	9,88	6,2	5,44	
	WEG (cm)	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	
	ZEIT												
	EL (sec)	20,62	4,5	3,37	2,62	19,12	22,12	3,75	3	3	2	50,62	
	GESCHW (cm/ sec)	3,58	16,44	21,95	28,24	3,87	3,54	19,73	24,66	24,66	6,16	1,46	
15	WEG (cm)	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	
	ZEIT												
	EC (sec)	38,25	5,25	3,75	4,5	26,25	26,25	4,5	3,75	3,75	19,87	50,62	
	GESCHW (cm/ sec)	2,55	18,66	26,13	21,77	3,73	3,73	21,77	26,13	26,13	4,95	1,75	

TABELLE Nr. 3: Bei den Patienten 1-15 wurde untersucht, inwieweit Bett-
radfahren gegen einen geringen bzw. hohen Widerstand einen
Einfluß auf die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes
ausübt.

Bei jedem der fünfzehn Patienten hat sich die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes durch das Pedaltreten vergrößert, unabhängig davon, unter welcher Bedingung dies durchgeführt worden ist. Das heißt, sie ist um mindestens das 2,48 fache, und maximal das 10,3 fache größer geworden. Berücksichtigt man einmal nur die Strecke von der Einstichstelle bis zur Leiste, so ergibt sich:

- a) Bei 7 Patienten (Tab. Nr. 4, 2, 3, 4, 9, 11, 12) wurde die Geschwindigkeit beim Treten gegen hohen Widerstand nochmals größer, als die beim Treten ohne hohen Widerstand erreichte.
- b) Bei den übrigen neun Patienten (Tab. Nr. 5 1, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 15) war das Gegenteil zu beobachten.

Die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes wurde beim Treten gegen möglichst hohen Widerstand nicht noch einmal größer als beim Treten gegen möglichst geringen Widerstand, sondern kleiner.

Zusätzlich wurde untersucht, wie lange nach sechs Minuten Pedaltreten die positive Geschwindigkeitsänderung anhielt.

Auch in diesem Falle betrachten wir die Strecke von der Einstichstelle bis zur Leiste. Beim Treten der Pedale gegen möglichst geringen Widerstand hatten drei Patienten nach spätestens fünf Minuten ihre Ruhewertgeschwindigkeit wieder erreicht. Bei vier Patienten war die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes nach fünf Minuten Ruhe noch größer als die des Ruhewertes.

Beim Pedaltreten gegen möglichst hohen Widerstand war bei sechs Patienten die Geschwindigkeit nach spätestens fünf Minuten so groß wie die des Ruhewertes.

Bei zwei Patienten war nach fünf Minuten und bei den übrigen sieben Patienten nach zehn Minuten die Geschwindigkeit noch größer als die Ruhewertgeschwindigkeit des venösen Rückstromes.

(Siehe Tab. 4 und Tab. 5 , Seite 22 und 23)

TABELLE Nr. 4

Lfd. Nr.	Ruhe- wert	Treten ohne hoh. Widerst.	Geschw. vergr. um --fache	Ruhew. nach 10 Min.	Treten mit hoh. Widerst.	Geschw. vergr. um ---fache
2 Geschw. cm/sec.	2,66	6,66	2,5	2,96	11,23	3,79
3 Geschw. cm/sec.	2,77	17,77	6,41	29,73	19,41	7,1
4 Geschw. cm/sec.	4,51	10,78	2,39	3,3	10,78	3,26
9 Geschw. cm/sec.	2,39	8,32	3,48	1,12	7,43	6,63
11 Geschw. cm/sec.	3,42	16	4,67	2,23	14,78	6,62
12 Geschw. cm/sec.	5,07	26,11	5,15	5,33	29,33	5,5

TABELLE Nr. 4: 6 Patienten, bei denen durch Treten gegen hohen Widerstand die Rückstromgeschwindigkeiten größer waren, als bei Treten gegen geringen Widerstand.

TABELLE Nr. 5

Lfd. Nr.	Ruhe- wert	Treten ohne hoh. Widerst.	Geschw. vergr.um ---fache	Ruhew. nach 10 Min.	Treten mit hoh. Widerst.	Geschw. vergr. um --- fache
1 Geschw. cm/sec.	9,17	22,82	2,48	7,92	18,11	2,28
5 Geschw. cm/sec.	2,23	22,25	10,11	2,53	6,14	2,42
6 Geschw. cm/sec.	1,51	9,65	6,39	2,98	9,65	3,23
7 Geschw. cm/sec.	1,15	11,85	10,3	3,64	31,29	8,59
8 Geschw. cm/sec.	2,54	9,17	3,61	3,42	9,17	2,68
10 Geschw. cm/sec.	2,66	13,34	5,01	2,66	10,53	3,95
13 Geschw. cm/sec.	2,51	16,2	6,45	13,65	16,2	4,43
14 Geschw. cm/sec.	3,37	10,13	3	5,33	8,11	1,52
15 Geschw. cm/sec.	3,58	28,24	8,15	3,34	24,66	7,37

TABELLE Nr. 5: 9 Patienten, bei denen durch Treten gegen hohen Widerstand die Rückstromgeschwindigkeiten kleiner waren, als bei Treten gegen geringen Widerstand.

3. Einfluß des Blutdruckes auf die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes:

Diese Frage wurde an weiteren fünfzehn Patienten (Tab.6 Nr. 16-29, 4) untersucht. Die Patienten kamen praeoperativ und ohne vorherige körperliche Betätigung, völlig in Ruhe zur Untersuchung.

Neun der fünfzehn Patienten (Tab.6 Nr. 16, 18, 20, 21, 22, 24, 26, 28, 4) bewegten die Pedale zuerst mit den Händen solange, bis sich der beim Ruhewert gemessene systolische Blutdruck um 30 mmHg erhöht hatte.

Zu diesem Zweck wurden in geeigneter Höhe an beiden Bettseiten und über dem Patienten Eisenstangen befestigt. Über ihm wurde das Bettfahrrad so befestigt, daß er es gut mit den Händen bedienen konnte.

Siehe Abb.3 , Seite 25

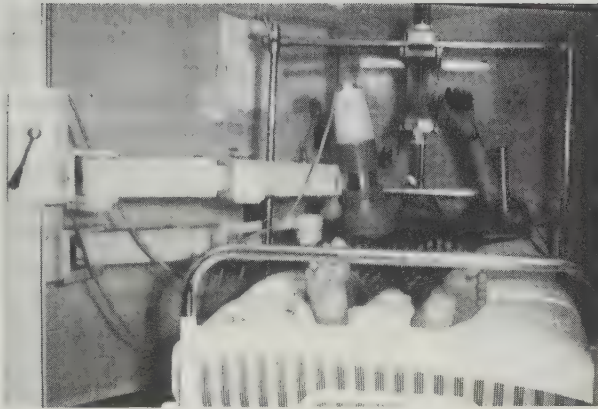


Abb.3: Erhöhen des systolischen Blutdruckes
um 30 mm Hg durch Bewegen der Pedale
mit den Händen.

Hatte der systolische Blutdruck sich um 30 mm Hg erhöht, so wurde die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes mit $^{133}\text{Xenon}$ und dem Nucleopan 2K gemessen.

Es folgte eine Ruhepause, in der sich der Blutdruck wieder auf den Ausgangswert normalisieren sollte.

Anschließend trat der Patient die Pedale solange mit den Füßen, bis sich der systolische Blutdruck erneut um 30 mm Hg erhöht hatte ; auch jetzt wurde die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes gemessen.

Die anderen sechs Patien aus dieser Gruppe (Tab. 7 Nr. 17, 19, 23, 25, 27, 29) bedienten das Bettfahrrad in derselben Weise, nur in umgekehrter Reihenfolge.

(Siehe die Tab. 6 und 7, Seite 28 - 32)

TABELLE Nr. 6

Lfd. Nr. d. Pat.	Ruhe- wert	bei RR mm Hg	Hand- tret.	bei RR mm Hg syst.	Ruhe- wert	syst. RR mm Hg	nach Min.	Fuss- tre- ten	bei RR mm Hg syst.
16	WEG (cm)	95	95		95			95	
EL	ZEIT (sec)	18,75	140/80	11,25	170	22,12	130	30	10,12
	GESCH (cm/ sec)	5,06		8,44		4,29			9,39
EC	WEG (cm)	118	118		118			118	
	ZEIT (sec)	27	19,87		25,87			14,25	
	GESCH (cm/ sec)	4,37	5,98		4,56			8,28	
18	WEG (cm)	80	80		80			80	
EL	ZEIT (sec)	48,75	19,5		42,37			6,37	
	GESCH (cm/ sec)	1,64	4,1		1,88			12,57	
		130/80		160	120		15		150
EC	WEG (cm)	103	103		103			103	
	ZEIT (sec)	52,2	24,37		59,25			7,12	
	GESCH (cm/ sec)	1,96	4,22		1,73			14,46	
20	WEG (cm)	90	90		90			90	
EL	ZEIT (sec)	36,75	42,75		19,50			7,50	
	GESCH (cm/ sec)	2,47	2,08		5,89			12	
		160/90		190	150		15		180
EC	WEG (cm)	115	115		115			115	
	ZEIT (sec)	52,87	55,12		30,37			10,5	
	GESCH (cm/ sec)	2,17	2,09		2,99			10,95	

TABELLE Nr. 6

Lfd. Nr. d. Pat.	Ruhe- wert	bei RR mm Hg	Hand- tret.	bei RR mm Hg syst.	Ruhe- wert	syst. RR mm Hg	Fuss- nach Min	bei RR mm Hg syst.
21	WEG (cm)	98	98		98		98	
	ZEIT (sec)	21,10	18,00		22,5		5,25	
	GESCH (cm/ sec)	4,69	5,44		4,35		18,66	
	WEG (cm)	117	117		117		117	
	ZEIT (sec)	25,12	21,37		26,72		7,12	
	GESCH (cm/ sec)	4,65	5,47		4,37		16,43	
22	WEG (cm)	84	84		84		84	
	ZEIT (sec)	38,25	25,5		16,12		12	
	GESCH (cm/ sec)	2,19	3,29		5,21		7	
	WEG (cm)	107	107		107		107	
	ZEIT (sec)	47,25	34,5		26,25		12,75	
	GESCH (cm/ sec)	2,26	3,1		4,07		8,39	
24	WEG (cm)	78	78		78		78	
	ZEIT (sec)	88,12	43,87		10,87		4,12	
	GESCH (cm/ sec)	0,88	1,17		7,18		18,93	
	WEG (cm)	105	105		105		105	
	ZEIT (sec)	96,75	49,12		17,25		5,25	
	GESCH (cm/ sec)	1,08	2,13		6,08		20	

TABELLE Nr. 6

Lfd. Nr. d. Pat.		Ruhe- wert	bei RR mm Hg	Hand- tret.	bei RR mm Hg syst.	Ruhe- wert	syst. RR nach mm Min.	Fuss- tre- ten	bei RR mm Hg syst.
26	WEG (cm)	72		72		72		72	
	ZEIT (sec)	13,12		13,12		12,75		2,25	
EL	GESCH (cm/ sec)	5,48		5,48		5,64		32,00	
			140/80		170		120-15		150
	WEG (cm)	95		95		95		95	
	ZEIT (sec)	17,62		18,37		17,62		2,62	
EC	GESCH (cm/ sec)	5,39		5,17		5,39		36,25	
28	WEG (cm)	83		83		83		83	
	ZEIT (sec)	81,37		29,25		87,75		7,5	
EL	GESCH (cm/ sec)	1,02		2,9		0,94		11,06	
			130/80		160		130-30		160
	WEG (cm)	105		105		105		105	
	ZEIT (sec)	95,25		37,87		189		9,75	
EC	GESCH (cm/ sec)	1,1		2,77		0,55		10,76	
4	WEG (cm)	93		93		93		93	
	ZEIT (sec)	16,5		55,5		15,75		8,25	
EL	GESCH (cm/ sec)	5,63		1,67		5,9		11,27	
			130/60		160		140-15		170
	WEG (cm)	117		117		117		117	
	ZEIT (sec)	19,12		76,87		19,12		9,75	
EC	GESCH (cm/ sec)	1,22		3,09		6,11		12	

TABELLE Nr. 6: Bei den Pat. 16, 18, 20, 21, 22, 24, 26, 28, 4, wurde untersucht, ob eine syst. Blutdruckerhöhung um 30 mmHg einen Einfluß auf die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes ausübt. Die Pat. traten zuerst mit den Händen, dann mit den Füßen das Bettfahrrad.

TABELLE Nr. 7

Lfd. Nr. d. Pat.	Ruhe- wert	bei RR mm Hg	Fuss- tre- ten	bei RR mm Hg syst.	Ruhe- wert	RR syst. mm nach Hg Min	Hand- tre- ten	bei RR mm Hg syst.
17	WEG (cm)	95	95	95			95	
EL	ZEIT (sec)	32,25	6,0	26,25			24,00	
	GESCH (cm/ sec)	2,94						
	WEG (cm)	119	15,82	130	3,61	110—15	3,95	140—
	ZEIT (sec)	119	119	119			119	
EC	GESCH (cm/ sec)	34,12	9,37	32,25			25,87	
	WEG (cm)	119	119	119			119	
	ZEIT (sec)	34,12	9,37	32,25			25,87	
	GESCH (cm/ sec)	3,48	12,7	3,68			4,59	
19	WEG (cm)	91	91	91			91	
EL	ZEIT (sec)	15	16,12	16,12			5,62	
	GESCH (cm/ sec)	6,06	5,71	5,71			16,19	
	WEG (cm)	107	107	107			107	
EC	ZEIT (sec)	16,87	18,75	18			6,75	
	GESCH (cm/ sec)	6,34	5,7	5,94			15,85	
23	WEG (cm)	86	86	86			86	
EL	ZEIT (sec)	23,25	6,37	18,00			16,50	
	GESCH (cm/ sec)	3,69	13,50	4,77			5,21	
	WEG (cm)	106	106	106			106	
EC	ZEIT (sec)	38,25	6,75	22,5			22,12	
	GESCH (cm/ sec)	2,77	15,70	4,71			4,79	

TABELLE Nr. 7

Lfd. Nr. d. Pat.	Ruhe- wert	bei RR mm Hg	Fuss- tre- ten	bei RR mm Hg syst.	Ruhe- wert	RR mm Hg	syst. nach Min.	Hand- tre- ten	bei RR mm Hg syst.
25	WEG (cm)	72	72		72			72	
	ZEIT (sec)	10,87	13,00		15			15,75	
	GESCH (cm/ sec)	6,62	24,00		4,8			4,57	
	WEG (cm)	96	96		96			96	
	ZEIT (sec)	20,25	3,75		18,37			21,00	
	GESCH (cm/ sec)	4,78	25,60		5,22			4,57	
27	WEG (cm)	99	99		99			99	
	ZEIT (sec)	35,25	7,5		37,5			18,5	
	GESCH (cm/ sec)	2,82	13,2		2,64			9,43	
	WEG (cm)	125	125		125			125	
	ZEIT (sec)	45,75	12		43,5			19,12	
	GESCH (cm/ sec)	2,73	10,41		2,87			6,53	
29	WEG (cm)	73	73		73			73	
	ZEIT (sec)	63	17,62		37,12			6,37	
	GESCH (cm/ sec)	1,15	4,14		1,96			11,46	
	WEG (cm)	98	98		98			98	
	ZEIT (sec)	88,87	22,87		58,12			7,12	
	GESCH (cm/ sec)	1,12	4,28		1,68			13,76	

TABELLE Nr. 7: Bei den Pat. 17, 19, 23, 25, 27, 29 wurde untersucht, ob eine Syst. Blutdruckerhöhung um 30 mmHg einen Einfluß auf die Geschwindigkeit des Ven. Rückstromes ausübt. Die Pat. traten zuerst mit den Füßen, dann mit den Händen das Bett-fahrrad.

Beurteilt man bei der Gruppe von neun Patienten, die das Bettfahrrad zuerst mit den Händen und dann mit den Füßen bewegten, die Ergebnisse über der Strecke von der Einstichstelle bis zur Leiste, so ergibt sich folgendes:

Nach dem Handradfahren war die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes bei den Patienten Tab. 8 Nr. 16, 18, 21, 22, 24, 28 größer geworden als die Ruhewertgeschwindigkeit. Kleiner war die Geschwindigkeit bei den Patienten Tab. 8 Nr. 20 und 4 geworden, und gleich groß geblieben war sie bei Patient Tab. 8 Nr. 26 .

Beim anschließenden Fußradfahren war die Geschwindigkeit bei allen oben erwähnten neun Patienten größer geworden als die Ruhewertgeschwindigkeit.

(Siehe Tab. 8, Seite 34)

Lfd. Nr. d. Pat.	Ruhewert cm/sec.	Hand- treten cm/sec	Geschw. Änd. um ----fache	Ruhewert nach Pause	Fuss- treten cm/sec.	Geschw. Änd. um ----fache
16	5,06	8,44	1,66	4,29	9,38	2,18
18	1,64	4,1	2,43	1,88	12,57	6,68
20	2,47	2,08	0,8	5,89	12	2,1
21	4,69	5,44	1,16	4,35	18,66	4,29
22	2,19	3,29	1,54	5,21	7	1,34
24	0,88	1,17	2,01	7,18	18,93	2,64
26	5,48	5,48	1,0	5,64	32	5,68
28	1,02	2,9	2,84	0,94	11,00	11,8
4	5,63	1,67	0,2	5,9	11,27	1,91

TABELLE Nr. 8:

Bei den Patienten Tabelle 8 Nr. 16, 18, 20, 21, 22, 24, 26, 28, 4 wurde untersucht, ob die Geschwindigkeit des Venösen Rückstromes abhängig ist von der Blutdruckerhöhung. Sie führen zuerst "Hand-", dann "Fußfahrrad".

Die Patienten (Tab. 9 Nr. 17, 19, 23, 25, 27, 29) führten den Versuch in umgekehrter Reihenfolge durch, d.h. sie bewegten das Fahrrad zuerst mit den Füßen und nach der Pause mit den Händen. Nach der erstmaligen Erhöhung des systolischen Blutdrucks um 30 mm Hg war bei den Patienten Tab. 9 Nr. 17, 23, 25, 27, 29 die Geschwindigkeit des venösen Rückstroms größer geworden als die des Ruhewertes.

Bei Patient Tab. 9 Nr. 19 war sie kleiner geworden.

Bei der anschließenden erneuten Erhöhung des Blutdrucks (durch Handradfahren) war bei den Patienten Tab. 9 Nr. 17, 19, 23, 27, 29 die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes ebenfalls größer, bei Patient Tab. 9 Nr. 25 kleiner geworden als die Ruhewertgeschwindigkeit.

(Siehe Tab. 9, Seite 36)

TABELLE Nr. 9

Lfd. Nr. d. Pat.	Ruhewert cm/sec	Fuss- treten cm/sec	Geschw. Änd. um ---fache	Ruhewert nach Pause	Hand- treten cm/sec	Geschw. Änd. um ---fache
17	2,94	15,82	5,38	3,61	3,95	1,09
19	6,06	5,71	0,94	5,71	16,19	2,83
23	3,69	13,5	3,65	4,77	5,21	1,09
25	6,62	24	3,65	4,8	4,57	0,95
27	2,82	13,2	4,6	2,64	9,43	3,57
29	1,15	4,14	3,6	1,96	11,46	5,84

TABELLE Nr. 9: Bei den Patienten Tabelle 9 Nr. 17, 19, 23, 25, 27, 29 wurde untersucht, ob die Geschwindigkeit des Venösen Rückstromes abhängig ist von der Blutdruckerhöhung. Sie fuhren zuerst "Fuß"-, dann "Handfahrrad".

IV. Diskussion

Für die Messungen der venösen Rückstromgeschwindigkeit benützten wir einen Nucleopan 2 - Kanalschreiber. Die Geschwindigkeit wurde vom Fußrücken bis zur Leiste beziehungsweise Vena cava in Höhe des Nabels durch zwei jeweils senkrecht darauf eingestellte Detektoren gemessen (Kollimatorendurchmesser 13,5 cm). Diese übertrugen von den oben genannten Stellen die Ankunft des in die Fußrückenvene injizierten $^{133}\text{Xenon}$ auf den Papierschreiber des Nucleopan 2K . Da sich das Papier mit einer Geschwindigkeit von ca. 0,27 cm/sec (1 cm = 3,75 sec) fortbewegte, konnte die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes in den oben genannten Gefäßstrecken errechnet werden.

An zehn Patienten haben wir untersucht, in welcher Breite die Meßwerte bei sechs aufeinanderfolgenden Injektionen streuen. Im Abstand von je 15 Minuten wurde das $^{133}\text{Xenon}$ gespritzt und nach dem Ausschlag des Papierschreibers NaCl zugeführt, bis die Ausgangslage auf dem Papierstreifen wieder erreicht war. Für die Normbreite innerhalb derer sich die Meßwerte vom Mittelwert unterscheiden, errechneten wir $2\sigma = \pm 21,2\%$ für die Meßstrecke Einstichstelle - Leiste.

Nahezu dieselbe Streubreite zeigten die Ergebnisse über der Strecke Einstichstelle - Vena cava : $2\sigma = \pm 23,8\%$.

Weiterhin haben wir bestimmt, inwieweit die venöse Rückstromgeschwindigkeit abhängig ist von der Geschwindigkeit, mit der die Pedale des Bettfahrrades getreten werden, und ob sie sich zusätzlich erhöhen läßt, wenn die Patienten gegen möglichst hohen Widerstand fahren. Dieser konnte mittels einer Bremsschraube am Fahrrad eingestellt werden.

Die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes wurde bei völliger Ruhe des Patienten als Ausgangsbasis gemessen.

Dann traten die Patienten Tab. 1 Nr. 1 - 15 sechs Minuten durchgehend die Pedale gegen möglichst geringen Widerstand, wobei Messungen im Abstand von 2, 4 und 6 Minuten vorgenommen wurden. Nach zehn Minuten Ruhe wurde derselbe Vorgang wiederholt, jedoch gegen möglichst hohen Widerstand.

Anschließend wurde im Abstand von 5 und 10 Minuten die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes bei dem ausruhenden Patienten gemessen.

Die Geschwindigkeit war bei allen 15 Patienten größer geworden als die beim Ausgangswert festgestellte, und zwar um mindestens das 2,5 fache und maximal das 10,3 fache.

Bei sechs Patienten aus dieser Gruppe erreichte die Geschwindigkeit beim Treten gegen möglichst hohen Widerstand nochmals höhere Werte als vorher beim Treten gegen möglichst geringen Widerstand.

Das Gegenteil trat ein bei den übrigen neun Patienten.

Auf die Frage, wie lange die durch das Pedaltreten erreichten Geschwindigkeiten nach den sechs Minuten noch anhielten, ergibt sich folgende Antwort:
Unter der Voraussetzung "Treten gegen möglichst geringen Widerstand" und einer anschließenden Ruhepause war bei drei Patienten die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes nach spätestens fünf Minuten wieder genauso groß wie zuerst gemessene Ruhewert.
Bei weiteren vier Patienten lag die Geschwindigkeit selbst nach fünf Minuten noch über dem ersten Ruhewert, und bei acht Patienten traf dies selbst noch nach zehn Minuten zu.
Unter der Voraussetzung "Treten gegen möglichst hohen Widerstand" hatten sechs Patienten nach spätestens fünf Minuten Ruhe die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes, die beim ersten Ruhewert gemessen worden war, wieder erreicht.
Die Geschwindigkeit war bei zwei Patienten auch nach fünf Minuten Ruhe noch höher und bei sieben Patienten selbst nach zehn Minuten noch größer als die erste Ruhewertmessung.
Für die praktische Anwendung bedeutet dies, daß die Patienten, welche gleichmäßig und möglichst schnell, ohne hohen Widerstand, die Pedale treten, einen optimalen Erfolg erzielen; die Geschwindigkeit im venösen Gefäßsystem der unteren Extremitäten wird höher als im Ruhestand. Außerdem behält sie in den nachfolgenden Ruhepausen ihre höheren Werte bei.

Schwerkranke Patienten sollten postoperativ keinen großen Belastungen (wie etwa dem Treten gegen möglichst hohen Widerstand) ausgesetzt werden. Schließlich untersuchten wir, wie sich der durch Belastung erhöhte Blutdruck auf die Geschwindigkeit des venösen Rückstromes auswirkt. Nach einer Ruhewertmessung traten die Patienten die Pedale des Bettfahrrades mit den Händen und anschließend mit den Füßen solange, bis sich ihr systolischer Blutdruck um 30 mm Hg erhöht hatte.

Die zweite Messung wurde nach einer Pause vorgenommen in der sich ihr Blutdruck wieder auf den Ausgangswert normalisiert hatte.

Diese Messungen ergaben, daß die Geschwindigkeit des venösen Blutstromes in den unteren Extremitäten nur bei einem der untersuchten 9 Patienten beim Treten der Pedale mit den Füßen nicht noch größer wurde, als beim vorausgegangenen Handradfahren. Zwei Patienten dieser Serie hatten nach dem ersten Pedaltreten zunächst sogar eine kleinere Geschwindigkeit als die, welche beim ersten Ruhewert gemessen worden war. Dasselbe Ergebnis konnte auch bei einem Patienten beobachtet werden, der in umgekehrter Reihenfolge die Übungen ausführte. Er gehörte zu der Gruppe von sechs Personen, die das Bettfahrrad zuerst mit den Füßen und nach der Ruhepause mit den Händen bedienten. In diesem Fall vergrößerten zwei Patienten ihre venöse Blutstromgeschwindigkeit nochmals beim zweiten Pedaltreten.

Das genaue Gegenteil ereignete sich bei einer Person dieser Gruppe; seine Geschwindigkeit wurde kleiner als die des entsprechenden Ruhewertes.

Die Patienten Tabelle 1 Nr. 20, 4 und 19 würden die These unterstützen, daß eine positive Geschwindigkeitsänderung auftreten kann, wenn zur Zeit der gymnastischen Übungen, in diesem Fall des Pedaltretens, die Geschwindigkeit schon vorher beschleunigt worden ist, Unbestritten ist auch heute noch die Tatsache, die vor über hundert Jahren schon von Virchow festgestellt worden ist, daß die thrombotischen Veränderungen, welche zur Lungenembolie führen können, auf folgenden Grundlagen beruhen (2):

1. Verletzung der Venenwand
2. Venöse Stase und
3. Änderungen in der Gerinnungsfähigkeit des Blutes.

Bei Autopsie Reihenuntersuchungen fand Mc Lachlin 1951, daß 31% Thrombenbildungen an Klappenzipfeln, i.e., Gebieten venöser Stase, lokalisiert waren(5), Um diesen postoperativen Risikofaktor auszuschalten, der ja vor allem bei lange bettlägerigen Patienten zur Geltung kommt, sind schon viele Maßnahmen erprobt worden. Der Hauptgedanke dabei war, die venöse Stase durch Beschleunigung des venösen Blutes in den Beinen zu verhindern.

Nelson untersuchte 1944 die Methode des frühen Aufstehens aus dem Bett, Pearson 1954 Bewegungsübungen der Beine, Wilkins und Mitarbeiter 1952 Wickeln der Beine mit elastischen Binden, Gibbs 1959 Übungsmaschinen, und Doran und Mitarbeiter 1964 die Kontraktion der Wadenmuskulatur durch elektrische Stimulierung (3, 4, 6, 7, 9).

Die zuletzt von Doran genannte Methode wurde 1970 noch einmal von N.L. Browse und D. Negus aufgegriffen (1). Sie stellten mit 125 Jod beladenem Fibrinogen fest, daß Thrombosen in nicht stimulierten Beinen wesentlich häufiger auftraten, als bei stimulierten.

Genauer gesagt waren Thrombosen bei insgesamt 110 Patienten im Verhältnis 23/9 (bei nicht stimulierten zu stimulierten) gefunden worden. Auch Makis J.Tsapogas und Mitarbeiter 1970 hat die Effizienz von prophylaktischen Maßnahmen wie Beine wickeln, Beine hochlagern und gymnastische Beinübungen, mit 125 Jod beladenem Fibrinogen festgestellt (8). Sie fanden mit dieser Methode bei 30% der Patienten die keine Prophylaxe betrieben hatten, postoperative Thromboseentwicklung. Jede der untersuchten prophylaktischen Maßnahmen gegen die postoperative Thrombose, sollte das Risiko der venösen Stase durch eine größere Geschwindigkeit des venösen Rückstromes ausschalten. Die Ergebnisse unserer Versuche zeigen, daß dieses Ziel schon durch leichte Beinübungen, wie das gleichmäßige Pedaltreten mit konstanter Geschwindigkeit zur vollen Zufriedenheit erreicht wurde. Diese Übungen konnten von Patienten im Alter von 12-72 Jahren mühelos durchgeführt werden und haben zu einer 2,5 - 10,3 fachen positiven Geschwindigkeitsänderung geführt.

V. Zusammenfassung

Wir haben mit dem Nucleopan 2 Kanalschreiber an insgesamt 40 Patienten gemessen, wie groß die venöse Rückstromgeschwindigkeit ist und wie sich beeinflussen läßt. Zu diesem Zweck wurde jedem Patienten in die Fußbrückenvene 133 Xenon, ein in NaCl gelöstes Gas über eine Perfusionskanüle injiziert. An 10 Patienten wurden je sechs Ruhewertmessungen im Abstand von je 15 Minuten vorgenommen, die zeigen sollten, wie sich unter konstanten Bedingungen die venösen Rückstromgeschwindigkeiten im Laufe von 90 Minuten ändern. Auf den beiden gemessenen Strecken errechneten wir eine Streubreite von 21,2% und 23,8%. Bei 15 der 40 Patienten haben wir gemessen, ob die venöse Rückstromgeschwindigkeit von der Geschwindigkeit mit der die Pedale getreten werden, abhängig ist, oder von dem Widerstand, der dabei vorhanden ist.

Die Ergebnisse fielen zwar im ersten Fall qualitativ besser aus, aber unter beiden Bedingungen war die Geschwindigkeit größer geworden als die, welche bei den Patienten voraus in Ruhe gemessen worden war. Sie war um minimal das 2,5 fache bis maximal das 10,3 fache positiv verändert worden. Die Anzahl der Patienten, welche gegen möglichst geringen Widerstand die Pedale traten und auch in den anschließenden 5-10 Minuten Ruhe noch eine größere venöse Rückstromgeschwindigkeit aufwiesen war größer, als die derjenigen Patienten, welche gegen möglichst hohen Widerstand getestet worden waren.

Weitere 15 Patienten wurden daraufhin untersucht, wie sich der durch Belastung um 30 mm Hg erhöhte Blutdruck auf die Geschwindigkeit des venösen Blutes in den unteren Extremitäten auswirkt. Einige Personen dieser Gruppe bewegten die Pedale des Fahrrades zuerst mit den Füßen und nach einer Pause, in welcher der erhöhte Blutdruck wieder auf den Ausgangswert abgesunken war, mit den Händen bis zum erneuten Blutdruckanstieg. Die übrigen Patienten dieser Gruppe führten die Übung in umgekehrter Reihenfolge durch. Beim Treten der Pedale mit den Beinen (arterielle Blutdruck-erhöhung plus Muskelpumpe) ließen sich wesentlich höhere Geschwindigkeiten erzielen, als bei alleiniger Erhöhung des arteriellen Druckes mit den Armen. Da das Pedaltreten von Patienten in jedem Alter durchgeführt werden kann, und auch bei jedem eine größere Rückstromgeschwindigkeit herbeiführt, bietet es eine wirksame Prophylaxe von Thrombosen auf einfachste Art und Weise.

VI. Literatur

- 1 Browse N.L. und D. Negus:
Prevention of postoperative leg vein thrombosis
by electrical muscle stimulation. An evaluation
with 125-J labelled fibrinogen.
Brit. Med. J. 3: 615-618 (1970)
- 2 Coon W.W. und A. Collier:
Clinicopath. Correlation in Thromboembolism
Surg. Gyn. Obst. 109 : 259-269 (1951)
- 3 Doran F.S.A. , Drury M. und Sivyer, A. :
A simple way to combat the venous stasis which
occurs in the lower limbs during surgical
operations.
Brit. J. Surg. 51: 486-492 (1964)
- 4 Gibbs, H.M. :
The Prophylaxis of pulmonary embolism. A clinical
programm.
Brit. J. Surg. 47: 282-287 (1959)
- 5 Mc. Lachlin J., Paterson J.C. :
Some basic observations on venous thrombosis
and pulmonary embolism.
Surg. Gyn. Obst. 93: 1-8 (1951)
- 6 Nelson H. :
Early ambulation following section of ant.
abdominal wall analysis of 426 personally
conducted cases.
Arch. Surg. 49: 1-8 (1944)

- 7 Pearson, A. :
 The prevention of pulmonary embolism.
 Brit. Med. J. 1: 643 (1954)

- 8 Tsapogas, M.J., Miller R., Pearbody R.A.
 und Eckert, C.L. :
 Detection of postoperative venous thrombosis
 and effectiveness of prophylactic measures.
 Studied with the fibrinogen 125 J - technique.
 Arch. Surg. 101: 149-154 (1970)

- 9 Wilkins R.W., Mixter, G. , Stanton, J.R. und
 Litter, J. :
 Elastic stockings in prevention of pulmonary
 embolism preliminary embolism.
 New Engl. J. Med. 246: 360-364 (1952)

Lebenslauf:

Ich wurde als zweites von drei Kindern des prakt. Arztes Dr. Oskar Lex und seiner Gattin Elsbeth geb. Krebs am 19.3.1947 in Fürth geboren.

Nach 4 Jahren Volksschule und 9 Jahren am Humanistischen Gymnasium in Fürth legte ich am 19. Juli 1966 mein Abitur ab.

Im darauffolgenden Oktober desselben Jahres wurde ich für ein Jahr zur Bundeswehr eingezogen.

Im Wintersemester 1967 begann ich mein Medizinstudium in Erlangen und legte am 5. August 1968 die naturwissenschaftliche Prüfung und am 30.

April 1970 die ärztliche Vorprüfung im 5. Semester ebenfalls in Erlangen ab.

Nach einem Wintersemester in Graz (1970/71) kehrte ich nach Erlangen zurück, da ich nach dem 11. Semester mein Staatsexamen begann, welches ich am 1. August 1973 beenden werde.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990